

Aus der Poliklinik
für Konservierende Zahnheilkunde
(Direktor: Professor Dr. Dr. W. Ketterl)
der Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und
Kieferkrankheiten
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

**EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ÜBER
WANDSTÄNDIGKEIT DER WURZELFÜLL-
MATERIALIEN: AlI_{26} , DIAKET und N_2**

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von
Freidun Brumand
aus Teheran/Iran

1974

Mainz 1973

Aus der Poliklinik für Konservierende Zahnheilkunde
(Direktor: Professor Dr. Dr. W. Ketterl)
der Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kiefer-
krankheiten
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz.

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ÜBER
WANDSTÄNDIGKEIT DER WURZELFÜLLMATERIALIEN:

AM₂₆, DIABOND und N₂

Inauguraldissertation
zur Erhaltung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz,
den Medizinischen Fachbereichen vorgelegt

von
Freidun Drumand
aus Teheran/Iran
Mainz 1973



Fachbereichsdekan: Professor Dr. Dr. W. Ketterl

Korreferent: Professor Dr. K. Fuhr

Tag der mündlichen Prüfung: 6. Februar 1974

INHALTSANGABE :

Teil I: Allgemeiner Teil

A) Einleitung

Überblick auf die Geschichte und Aufgabe der
Wurzelbehandlung

B) Zusammenfassung über bisherige Resultate von:

a) N_2

I. Zusammensetzung

II. Wandständigkeit

III. Gewebsfreundlichkeit

b) Diaket

I. Zusammensetzung

II. Wandständigkeit

III. Gewebsfreundlichkeit

c) AH_{26}

I. Zusammensetzung

II. Wandständigkeit

III. Gewebsfreundlichkeit

Teil II: Experimenteller Teil

A) Prüfung der Wandständigkeit der Wurzelfüllmaterialien

B) Versuchsanordnung

C) Statistische Auswertung

D) Zusammenfassung und Vergleich



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554426_0115

Teil I: Allgemeiner Teil

A. EINLEITUNG

Unter dem Begriff Endodontie versteht man heute "Die Lehre von dem Aufbau, der Biologie, Pathologie, Diagnostik sowie der Therapie der Pulpa und der periapikalen Region."

Die Schöpfer der klassischen Wurzelbehandlungsmethoden haben im Laufe des letzten halben Jahrhunderts Fortschritte erzielt, die es gestatten, bei richtiger Diagnostik und einwandfreier Durchführung der Operationen den Erfolg dieser zahnärztlichen Tätigkeit in einem hohen Prozentsatz zu ermöglichen.

Als besonders verdienstvoll auf diesem wichtigen Gebiet der Zahnheilkunde sind die Namen von MILLER, HESS, WALKHOFF und O. MÜLLER zu nennen.

Die heute als klassisch bezeichneten Methoden der Wurzelbehandlung und -füllung gründen sich auf die Ergebnisse und Erfahrungen der oben genannten Forscher. Unterschiede bestehen hauptsächlich in der Verwendung verschiedener Materialien.

Die Pulpabehandlung, die sich nach W. HESS in ihren Grundzügen dem jeweils bestehenden pathologisch-anatomischen Zustand der Pulpa anschließt, verlangt dementsprechend auch verschiedene Behandlungsmethoden und gliedert sich in:

- I. Vitale Pulpabehandlung
- II. Mortale Pulpabehandlung

Die Vitalbehandlung der Pulpa umfaßt:

1. Pulpaüberkappung (direkte und indirekte)
2. Vitalamputation
3. Vitalexstirpation

Bei der Mortalbehandlung der Pulpa werden unterschieden:

1. Mortalamputation
2. Mortalexstirpation

Während die direkte und indirekte Überkappung eine lebende und völlig intakte Pulpa voraussetzt, kann die Vitalamputation unter günstigen Voraussetzungen auch noch bei Anfangszuständen der Pulpaerkrankung (Hyperämie, Pulpitis partialis) ausgeführt werden.

Die Entfernung der lebenden Pulpa geschieht unter entsprechender Anaesthesie und ist an allen einwurzeligen Zähnen durchführbar.

Die Mortalbehandlungsmethoden der Pulpa sehen eine vorausgehende Devitalisation vor. Sie unterscheiden sich voneinander im Ausmaß der Entfernung des Pulpengewebes.

Während bei der Mortalamputation wie bei der Vitalamputation die Kronenpulpa entfernt wird, erfolgt die Totalexstirpation unter gänzlicher Ausräumung des Pulpagewebes, soweit die anatomischen Verhältnisse dies gestatten.

Das ideale Ziel jeder Pulpaexstirpation ist die restlose Entfernung mit darauffolgender, möglichst gänzlicher Ausfüllung der Wurzelkanäle.

Der Erfolg jeder Wurzelbehandlung setzt eine vorangegangene mechanische Reinigung der Wurzelkanäle voraus, damit der mögliche Nachschub an Keimen gedrosselt wird.

Die Forderung der heutigen Wissenschaft an eine aseptische und lege - artis durchgeführte Wurzelbehandlung ist, wie die Erfahrung zeigt, folgendermaßen:

- a) Breite Eröffnung der Pulpenkammer
- b) Erweitern der Kanaleingänge
- c) Desinfizierende Einlagen bei gangrenösen Zähnen
- d) Wunddicht durchgeführte Wurzelfüllung
- e) Wurzelspitzenresektion bei apikal veränderten Zähnen.

Zur Desinfektion der Kanäle müssen Medikamente verwendet werden, die zwar eine bakterizide Wirkung haben, aber auf keinen Fall eine Gewebsschädigung der gesunden Umgebung hervorrufen.

Durch die gründliche Säuberung des Kanals wird den Bakterien der Nährboden entzogen. Die zur Reinigung verwendeten chemischen Mittel, z. B. Natriumhypochlorid und Wasserstoffsuperoxyd, wirken bakterienfeindlich, so daß auf diese Weise für die anschließende Desinfektion eine wesentliche Vorarbeit geleistet wird.

Für die Desinfektion des Wurzelkanals werden folgende Medikamente angewandt:

Abkömmlinge des Benzols, Phenol, Chlorphenol, ED 84 nach Wannemacher, Formalin etc.

In den dreißiger Jahren kamen die "Bakterien-Narkotika" auf, die sich aber nicht bewährt haben. 1945 wurde in den U.S.A. Antibiotika in der Wurzelbehandlung angewandt.

Die verschiedenen, zur Abdeckung amputierter Pulpenstümpfe oder zur Ausfüllung von Wurzelkanälen nach Totalexstirpation verwendeten Mittel, unterscheiden sich ihrem Zweck entsprechend wie folgt:

Bei vitalüberkappter oder vitalamputierter Pulpa soll das Medikament neben gewebsschädlichen Eigenschaften und einer

angemessenen Desinfektionsfähigkeit außerdem in der Lage sein, der Pulpa nicht nur den Anreiz zu einer vitalen Abkapselungsreaktion zu geben, sondern diesen Vorgang durch einen Schutz gegen äußere Einflüsse von der Cavität her zu sichern.

Der bei den calciumhydroxydhaltigen Pasten an der Oberfläche der freigelegten oder restierenden Pulpa entstehende Ätzschorf erfüllt diese Forderung.

Im Weiteren wird von der Pulpa, bzw. deren Odontoblastenschicht, eine nach wenigen Monaten bereits röntgenologisch sichtbare Hartschicht "Secundär Dentin" gebildet, wodurch die Pulpa abgeschlossen wird.

Anders liegt die Aufgabe bei Abdeckung devitalisierter Pulparreste, die man seit den grundlegenden Arbeiten von A. GYSI zu mumifizieren sucht, was vor allem durch gerbende und formaldehydabspaltende Komponente erreicht werden soll.

Nach den medizinischen Grundsätzen werden folgende Forderungen an das Wurzelfüllmaterial gestellt:

- 1) Leicht einführbar, aber auch leicht entfernbar
- 2) Röntgenpositiv
- 3) Volumenbeständigkeit und damit auf die Dauer wandständig
- 4) Aufnahmefähigkeit von geringen Mengen Wasser, ohne Qualitätsveränderung oder Schrumpfung
- 5) Gewebefreundlichkeit gegenüber gesunder Umgebung
- 6) Antiseptische Eigenschaft
- 7) Keine Farbänderung des behandelten Zahnes
- 8) Keine Porosität (19)

Man unterscheidet folgende Gruppen von Wurzelfüllmaterialien:

- a) Pasten; sie sind weich und bleiben weich. Sie sind aufgebaut aus der Trägermasse Zinkoxydnelkenöl und einem Desinfizienz. Sie trocknen allmählich durch Flüssigkeitsabgabe an die Umgebung und dadurch Schrumpfung, z. B. Jodoformpaste.
- b) Materialien, die pastisch eingeführt, hart werden und hart bleiben. Dazu gehören Zemente, Amalgame, Natur- und Kunstharze.
- c) Materialien, die im plastischen Zustand eingeführt, fest werden und später durch Zufuhr eines Lösungsmittels wieder in den plastischen Zustand übergeführt werden können.

Die Zemente sind oft durch Bildung schwer löslicher Salze, z. B. Phosphorsäure, nicht volumenkonstant und adhäsiv. Das Kupferamalgam wurde zum ersten Mal im Jahre 1926 (19) von HUSBAND als Wurzelfüllmaterial benutzt.

Bei sorgfältiger Einführung ist das Amalgam volumenbeständig. Nachteile des Amalgams sind:

Schwere Durchführung und Verfärbung des Zahnes.

Die Kunstharze als Wurzelfüllmaterialien haben einen enormen Eingang in die Praxis gefunden. Neben den altbewährten ALBRECHT'schen Wurzelfüllmitteln haben die Kunststoffpräparate AH_{26} , Diaket eine gute Stellung in der konservierenden Zahnheilkunde eingenommen.

Ein in der Praxis oft verwendetes Wurzelfüllmaterial auf der Basis Zinkoxydnelkenöl ist das Präparat N_2 nach SARGENTI. Über die Wandständigkeit der Wurzelfüllmaterialien sind sehr viele Tier- und Laborexperimente durchgeführt worden. Es interessiert uns nun die Frage, inwiefern die Präparate: N_2 , AH_{26} , Diaket den klassischen Forderungen an Haftintensität, Wandständigkeit und Porosität an den Kanalwänden Genüge leisten.

B. ZUSAMMENFASSUNG ÜBER BISHERIGE RESULTATE VON:

a) N₂

I. Zusammensetzung:

Das seit langem benutzte Wurzelfüllmaterial wurde von SARGENTI auf der Basis des Zinkoxydnelkenöls aufgebaut und wird von der Firma AGSA, Locarno / Schweiz, hergestellt. (2)

Der intensive Geruch des Pulvers nach Formaldehyd ließ die Vermutung aufkommen, daß es sich um ein Präparat handelt, dessen Wirkung im wesentlichen in der Wirkung des inkorporierten Paraforms, bzw. des sich daraus abspaltenden Formaldehyds besteht. Die quantitative Untersuchung auf Blei und Paraform wurde mehrmals durchgeführt und ergab immer die gleichen Werte.

Eine durchgeführte Analyse ergab die gleichen Mengen Bleioxyd und Zinkoxyd, daneben wieder Paraformaldehyd. Außerdem wurden geringe Mengen Calcium und Barium gefunden.

Das Präparat besteht in seiner pulverförmigen Komponente aus:

Zinkoxyd	64,4 %
Mennige Pb 304	26,9 %
Paraform	6 % (2)

Auf Mennige kann auf Grund der rötlichen Farbe des Pulvers geschlossen werden. Bei der Flüssigkeit kann es sich auf Grund der Dichte und des Brechungsindex nur um reines Nelkenöl handeln. Die eigentliche pharmakologische Wirkung ist jedoch dem in etwa 6 % zugefügten Paraform, das wegen seiner hohen Desinfektionskraft und Mumifikationswirkung in der Zahnheilkunde seit langem verwendet wird, zuzuschreiben.

Nach Angaben von SARGENTI ist N_2 Wurzelfüllmittel seit langen Jahren erprobt und anerkannt. Klinische, röntgenologische und bakteriologische Untersuchungen zeigen eindeutig, daß N_2 eine dauerhafte und tiefe Desinfektionswirkung hat und in der Lage ist, die Integrität der apikalen Region zu gewährleisten oder eine periapikale Veränderung zu heilen. Nach der Einführung in den Wurzelkanal entfaltet N_2 eine medikamentöse Wirkung und nach Abbindung soll N_2 als eine nicht resorbierbare und dicht an dem Wurzelkanal anliegende zuverlässige Wurzelfüllung dienen. Dieses Präparat soll also zuerst eine Einlage, und nach Erfüllung ihrer medikamentösen Aufgabe als eine definitive Kanalfüllung betrachtet werden. Die besondere medikamentöse Wirkung des N_2 ermöglicht es also, Einlage und Wurzelfüllung im selben Material zu vereinen und damit die Wurzelbehandlung des Zahnes mit noch unveränderter Apexgegend in einer Sitzung durchzuführen.

Mit N_2 -Methode nach SARGENTI (13) soll die Kanalaufbereitung an vitalen Zähnen rationeller als früher durchgeführt werden, weil bei engen und undurchgängigen Kanälen kleine Pulparesten an Ort und Stelle belassen werden können.

N_2 ist in der Lage, diese Restpulpa zu versorgen und zu schützen. Die Wirkung des N_2 auf die Pulparesten beruht auf sofortiger Blutstillung, und dadurch entsteht eine Schorfbildung. Unter diesem Schorf soll sich mit der Zeit eine Metaplasie des Gewebes bilden, die zu einer langsamen unerwünschten Immobilisierung desselben führt.

Was mit den Pulparesten geschieht, ist mit insoweit wichtig, als diese in einer Weise versorgt werden müssen, daß sie nicht mehr infiziert werden. Die Röntgenkontrolle des Periapex soll dies bestätigen.

Die indirekte Überkappung mit N_2 hat klinisch sehr gute Resultate gezeigt. Bei Pulpenhyperämie ist es manchmal möglich, durch die Applikation einer Einlage die Symptome zum Verschwinden zu bringen und die Pulpa zu retten.

Eigenschaften:

II. Wandständigkeit

G. HERTWIG (3) hat Laboruntersuchungen über die Wandständigkeit, Wasseraufnahme, Porosität und Röntgendurchlässigkeit von N_2 durchgeführt.

Die Wandständigkeit und die Porosität wurden an frisch extrahierten Zähnen nach einer von SCHRÖDER 1954 (16) erstmalig angewandten Methode nachgeprüft. Die extrahierten Zähne wurden mit N_2 wurzelbehandelt und bei einer konstanten Temperatur von $37^{\circ}C$ aufbewahrt, dann wurden die Zähne mit einem Wachszyylinder umgeben, der mit einer wässrigen Lösung von Methylenblau gefüllt war. Die nach dieser Weise vorbereiteten Zähne kamen in die Röhren einer Sedimentierzentrifuge und wurden zentrifugiert. Danach wurde das Methylenblau und die Wachsmanschette entfernt und von den Zähnen Längs- und Querschliffe angefertigt.

Zur besseren Sichtbarmachung der Einwirkung von Farbstoff auf das Wurzelfüllmaterial wurden zusätzlich noch Versuche mit Glasröhrchen durchgeführt.

Die Röhrchen hatten einen inneren Durchmesser von 4 mm und wurden innen mit einem Diamantsteinchen angeraut. Sie wurden mit N_2 etwa 5 - 10 mm hoch abgefüllt und einer Reihe von verschiedenen Versuchsbedingungen unterworfen.

Bei einer Lagerung im Wasser zeigt sich bei N_2 eine stetige Gewichtszunahme, deren Maximum bei 2,15 Gewichtsprozent liegt und am 7. Tag erreicht wird. Zum Vergleich erreicht Phosphatzement bereits das Maximum am 2. Tag mit 1,51 Gewichtsprozent und zeigt bis zum 7. Tag einen geringen Gewichtsverlust.

Nach einer Austrocknung von 12 Tagen zeigen die N_2 -Blöcke einen Gewichtsverlust von 3,27 %. Der Gewichtsverlust bei Phosphatzement beträgt 5,01 %.

Aus den Glasröhrchenversuchen lassen sich folgende Schlußfolgerungen ziehen:

Der Phosphatzement erwies sich als porös und randundicht, während N_2 in dieser Versuchsreihe sehr gute Ergebnisse ermittelt und als randdicht anzusehen ist.

Sehr aufschlußreich in Bezug auf Randschluß und Porosität sind die Längsschliffe der Zähne nach dem SCHRÖDER' schen Verfahren. Sehr gute Versuchsergebnisse hat das N_2 ergeben. Auch hier ließ sich weder Porosität noch Randspalt nachweisen.

III. Gewebefreundlichkeit

Nach SARGENTI (13) soll das N_2 grundsätzlich die gleiche Wirkung wie Calcium-Hydroxyd haben mit dem wichtigen Unterschied, daß die nekrotische Membran tiefer ist und im Präparat zuverlässige und geeignete Desinfektionsmittel vorhanden sind.

Die N_2 -Methode soll es ermöglichen, den Wurzelkanal auf eine Weise zu versorgen, daß apikale Veränderungen und damit eine Fokalinfection ausgeschaltet werden. (13)

Für alle Pulpaerkrankungen mit vitaler apikaler Region gilt nach SARGENTI als wichtigstes Behandlungsprinzip die Vitalerhaltung des verbleibenden Pulpastumpfes. Die Untastbarkeit des periapikalen Raumes bleibt die erste Forderung.

H. M. RAPPAPORT (8) versuchte verschiedene, im Handel befindliche Wurzelfüllmaterialien auf Gewebefreundlichkeit. Zur Ermittlung der Gewebsreaktionen anaesthesierte man männliche Albinusratten und implantierte ihnen zylinderförmige N_2 -Blöcke subkutan.

Die Ratten wurden nach jeweils 6, 12, 16, 22, 28 und 35 Tagen getötet und das Gewebe mikroskopisch untersucht. Das Untersuchungsergebnis zeigte, daß alle Zemente, unter anderem N_2 , einen mehr oder minder hohen Grad an Irritationen bewirken.

Die Reizwirkung des Wurzelkanalmittels N_2 untersuchte H. M. RAPPAPORT am Kaninchenauge. Es wurde Pulver in das rechte und Flüssigkeit in das linke Auge eingebracht und die Augendeckel für eine kurze Zeit verschlossen gehalten.

Man untersuchte die Veränderungen nach 1 Min., 30 Min., 1 und 2 Std., 1 und 5 Tagen.

N_2 und N_2 Medikal zeigten in den histologischen Untersuchungen zum Teil sehr schwere Veränderungen und Entzündungen, die oftmals mit Oedemen und Nekrosen verbunden waren.

Nach der Klassifikation der zehn untersuchten Wurzelfüllmaterialien stellten sich N_2 und N_2 Medikal zu den drei toxischsten Mitteln; sowohl Pulver als auch Flüssigkeit bewirken starke Irritationen im Kaninchenauge.

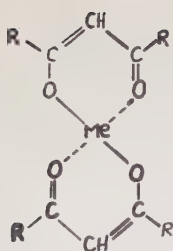
b) Diaket

I. Zusammensetzung:

Ein weiteres Wurzelfüllmittel ist auf Kunstharzbasis von der Firma ESPE GmbH entwickelt, das den medizinischen Forderungen entsprechen soll.

Das von der Firma angegebene und von R. WAECHTER erprobte Material entspricht den Forderungen, die man an ein biologisches Wurzelfüllmaterial stellt.

Wie die Firma berichtet, wird Diaket nach einem Verfahren hergestellt, in dem ein neutrales organisches Polyketon mit Metalloxyden von großer Alkalireserve umgesetzt wird. Dabei entstehen "ringförmige Komplexe", bei denen das Metall nicht salzartig gebunden ist, sondern homöopolar in einem Resonanzsystem.



Me = Zweiwertiges Metall

R = organ. Rest

$R-CO-CH_2-CO-R+MeO$

Durch diese Bindungsart ist Diaket nicht in Wasser, sondern nur in bestimmten organischen Lösungsmitteln löslich (21). Bei den, bei der Erhärtung ablaufenden Reaktionen können geringe Mengen Wasser aufgenommen und komplex eingebaut werden. Durch die Auflösung von Kunststoffen in den flüssigen Polyketonen können die Eigenschaften des abgebundenen Materials und die Haftfähigkeit am Dentin in weitem Maße beeinflusst werden. Auf dieser Basis ist Diaket entwickelt (21).

Eigenschaften:

II. Wandständigkeit und bakteriendichter Randschluß

Bei der Entwicklung von Diaket versuchte man ein Präparat zu finden, das nach der Erhärtung in dem Wurzelkanal von bisher bekannten Mängeln frei sein sollte.

Alle Materialien, die in Chloroform und Aceton aufgelöst werden, haben den Nachteil, ihre Form und ihr Gewicht zu verlieren und sich folglich um ein entsprechendes Maß zu verkleinern. Dann kommt es zur Spaltbildung zwischen Dentin und Wurzelfüllmaterial (21).

R. WAECHTER untersuchte diese Überlegungen an folgenden Laborversuchen:

Es wurden zu diesem Zweck kleine Blöcke aus Diaket und vergleichsweise aus Zementen hergestellt. Man hat diese getönten Blöcke 6 Wochen in eine Methylenblaulösung gelegt. An den zerbrochenen Blöcken konnte festgestellt werden, daß bei allen vergleichsweise verwendeten Phosphatzementen die Farbstofflösung zwischen 2 und 4 mm tief von der Oberfläche her in das Zementgefüge eindringen konnte und sich dann allmählich und gut begrenzt gegen den hellen Zement im Inneren des Objektes absetzte. Im Diaket konnte hingegen nicht die geringste Menge des Farbstoffes von der Oberfläche her eindringen (21). Die Bruchstellen waren absolut weiß und farbstofffrei.

Auch SCHEUFELE (15) berichtet anhand von Laborversuchen über die Formkonstanz von Diaket. Er verschließt dabei eine Glasröhre an dem einen Ende mit Diaket und überschichtet sie mit wässriger Farbstofflösung. Die völlige Undurchlässigkeit und das Fehlen einer Spaltbildung zwischen der Glaswand und dem Diaket wurde auch hier bestätigt.

An dem reflexionsarmen Schein des Diakets im Glase läßt sich die dichte Adhäsion des Materials an der Glaswand sehr gut beobachten. Diaket bewahrt seine Formkonstanz.

Nach SCHEUFELE (15) schwindet Diaket während der Abbindung um 0,16 v.H., also nur im fließfähigen Zustand.

Der Übergang in den festen Zustand verläuft ohne Volumenänderung. Das Präparat "Diaket" ist also völlig randdicht.

Am aufschlußreichsten in Bezug auf Randschluß und Porosität sind die Längsschliffe der Zähne, die nach dem Verfahren von SCHRÖDER (16) hergestellt worden sind.

Bei den zu prüfenden Zähnen - seien sie im Munde oder nach der Extraktion wurzelgefüllt worden - wird koronarwärts die Wurzelfüllung freigelegt und die Krone mit einem Wachszyylinder trichter-

förmig umgeben. Dieser wird mit einer Methylenblaulösung gefüllt und mit einem Wachsdeckel dicht verschlossen und im Behälter einer Zentrifuge eingebracht, so daß die Wurzelspitzen nach der Zentrifugalrichtung zeigen. Nun wird die Zentrifuge für einige Sekunden in Betrieb gesetzt. Anschließend werden die Zähne und die Wachszyylinder abgebrüht und die Zähne gespalten. Man kontrolliert nun unter der Lupe das Ausmaß der gegen den Apex erfolgten Farbstoffeindringung der Wurzel.

Die mit Zement wurzelbehandelten Zähne zeigen nun im Längsschliff starke Verfärbungen durch Methylblau und den dunkel gefärbten Randspalt, der bis zum Apex reichte.

Diese Versuchsanordnung beweist, daß Phosphatzemente nicht wandständig sind und eine starke Porosität aufweisen. Die Diaket-Wurzelfüllungen nahmen dagegen keinen Farbstoff an, ein Randspalt konnte trotz des erheblichen Zentrifugaldruckes nicht zur Darstellung gebracht werden.

Diesen Versuchen nach kann Diaket als nicht porös und absolut randdicht bezeichnet werden.

Bei der praktischen Handhabung des Diakets ist an erster Stelle aufgefallen, daß es nicht immer ganz einfach ist, beim Anrühren der Paste das richtige Verhältnis zwischen Pulver und Flüssigkeit zu wählen. Mit dieser richtigen Wahl steht und fällt aber die Entscheidung, ob die Klebefähigkeit an der Dentinwand genügt und ob die Wurzelfüllung den ganzen Kanal wandständig auffüllt und jeden toten Raum ausschließen kann.

WAECHTER (20) berichtet, daß nach seinen Versuchen das richtige Dosierungsverhältnis zwischen Pulver und Flüssigkeit von großer Bedeutung ist. Reizungen sollen mit Sicherheit dort auftreten, wo die Paste zu wenig Pulver enthält. Diese Gewebsreizungen können zum Teil so heftig sein, daß der wurzelbehandelte Zahn extrahiert werden müßte.

Es wird betont, daß bei dem richtigen Verhältnis zwischen Pulver und Flüssigkeit klinisch solche Reizungen auch bei Überfüllungen nicht in einem über das normale Maß hinausgehenden Grade beobachtet werden konnten.

Die von der Herstellerfirma ESPE angegebene Mischung für die Herstellung von Diaket-Paste beträgt 0,8 g Pulver : 1 g Flüssigkeit. Die Genauigkeit dieses Mischverhältnisses ist in vielen Laborversuchen von WAECHTER bestätigt.

ROTTKE und STROTHMANN (9) beweisen durch ihre Versuche nach der sogenannten "Blasendruckmethode", daß Diaket beim richtigen Anrührverhältnis (0,8 g P. : 1 g F.), abgesehen von einigen Ausnahmen, wandständig ist und die Forderungen nach einem wandständigen Wurzelkanalfüllmaterial erfüllen kann.

III. Gewebtsfreundlichkeit

Um die guten Eigenschaften des Diakets nicht zu beeinflussen, ist es notwendig, bei der Applikation das richtige Mischverhältnis zwischen Pulver und Flüssigkeit zu wählen. Neuerdings wird zu den Diaketpackungen ein Meßgerät mitgeliefert.

Nach der richtigen Dosierung soll Diaket sogar gewebtsfreundlich sein, bedingt durch die Wasserunlöslichkeit und die neutralen Eigenschaften mit der Alkalireserve.

Um die Gewebtsverträglichkeit von Diaket festzustellen, führte SCHUBERT (18) zuerst den sogenannten Einzellertest durch. Er mischte Diaket vorschriftsmäßig an und legte während der Abbindung in dem doppelten Gewicht des Versuchsobjektes entsprechende Mengen Aqua-dest ein. Siebenmal in Abständen von 10, 30 und 60 Min. und von 1, 2, 3 und 7 Tagen stellte er diesen Ansatz her.

Zu jedem Tropfen von den hergestellten Ansätzen gab er mit einer Pipette einen Tropfen einer Paramaecinaufschwemmung und untersuchte die Wirkung dieser Auszüge unter dem Mikroskop.

Es wurden dabei aber keine überlebenden Paramaecien mehr festgestellt. In einem anderen Versuch implantierte SCHUBERT (18) Diaket während der Abbindung in den Nackenmuskel bei Ratten.

Nach 7 Tagen zeigte Diaket eine zerstörende Wirkung auf das umliegende Gewebe, nach 14 Tagen konnte eine starke Entzündung des Gewebes festgestellt werden.

Ganz umgekehrt berichtet SCHEUFELE (15) über sein positives Versuchsergebnis mit Diaket.

Er brachte noch nicht abgebundenes Diaket in eine Muskelwunde bei einem Kaninchen und stellte nach 8 Tagen keinerlei Gewebsreizungen fest.

Er berichtet sogar, daß die biologischen Regenerationsvorgänge der Wunde durch das Diaket nicht beeinträchtigt wurden.

Zu dem Pulver und der Flüssigkeit Diaket gehört noch das Dialyt.

Dialyt hat die Aufgabe, die Diaketwurzelfüllung aufzulösen.

R. WAECHTER (21) berichtet: In einer Agarschüttelkultur zeigt Dialyt gegen Kolibakterien und Staphylokokken einen deutlichen Hemmungshof von ca. 1,5 cm Durchmesser, während Diaket selbst in seiner Umgebung weder in weicher noch in fester Form zu hemmen vermag.

Auf Grund dieser unterschiedlichen Versuchsergebnisse kann man keine genauen Angaben über die Gewebsfreundlichkeit des Diakets feststellen.

Dieses Problem muß in Zukunft noch gelöst werden.

c) AH₂₆

I. Zusammensetzung:

SCHRÖDER (16) entwickelte als Resultat jahrelanger Bemühungen seit 1953 das von der Firma DE TREY hergestellte Präparat AH₂₆.

Anhand vieler Versuche wurde die Wandständigkeit, Klebefähigkeit, Kontraktionsfreiheit usw. unter Beweis gestellt. AH₂₆ ist ein Präparat, basierend auf einer synthetischen makromolekularen Verbindung, die gegenüber anderen hochmolekularen die wichtige Eigenschaft hat, daß ihre Abbindung praktisch ohne Kontraktion vor sich geht.

AH₂₆ soll mit einem absolut harmlosen und nicht toxischen Härter kombiniert sein.

AH₂₆ hat in angerührtem Zustand die Konsistenz flüssigen Honigs, so daß dieses Präparat ermöglicht, auch in engen Wurzelkanälen mit Hilfe eines Lentulos eine gute Wurzelfüllung zu erzielen.

Die Erhärtung bei Körpertemperatur beträgt 24 - 36 Stunden, kann aber verkürzt werden. SCHRÖDER legt aber keinen Wert darauf, weil er auf eine ausgiebige Imprägnation des Dentins mit dem synthetischen Harz bedacht ist. Für das gute Desinfektionsvermögen von AH₂₆ werden Spuren von Formaldehyd verantwortlich gemacht, die bei der Reaktion zwischen Harz und Härter noch in flüssigem Zustand freigemacht werden.

Eigenschaften:

II. Wandständigkeit und Porosität

AH₂₆ schließt den Wurzelkanal dicht ab und imprägniert die Dentinkanälchen.

In jüngster Zeit wird die Wandständigkeit und der bakteriendichte Verschuß von vielen Autoren in den Vordergrund gestellt und gefordert.

Um eine wirklich wandständige Wurzelfüllung zu erreichen, stößt man gegen viele anatomische Schwierigkeiten und Probleme. Es ist äußerst schwierig, dieser vielen Probleme Herr zu werden und das Ziel - einen wirklich "bakteriendichten Verschuß" - zu erreichen.

Alle Wurzelfüllmaterialien, deren Abbindung in Gegenwart von Wasser behindert wird, sind unerwünscht, weil bekannterweise nach z. B. einer Vitalexstirpation noch eine gewisse Menge Flüssigkeit in den Dentinkanälchen vorhanden ist, so daß die Abbindung ungünstig beeinflußt wird.

SCHRÖDER bewies diese Tatsache durch die Feststellung des Gewichtsverlustes von extrahierten Zähnen nach erfolgter Austrocknung. Aus diesem Grund sind die Wurzelfüllmittel mehr erfolgversprechend, welche bei ihrer Abbindung Wasser aufnehmen können und sogar eine Wasseraufnahme benötigen, um einen hermetischen Abschluß zu erreichen.

Außerdem hängt die Wandbeständigkeit natürlich mit dem Verhalten des Volumens der Wurzelfüllmaterialien während der Abbindungszeit zusammen.

Nur diejenigen Materialien sind in der Lage, eine gute und sichere Wandständigkeit zu gewährleisten, welche während der Abbindungszeit ihr Volumen vergrößern oder besser keine Kontraktion erfahren.

AH₂₆ erfüllt diese Eigenschaften (16).

SCHRÖDER hat nach eigener Methode mit Hilfe der Fliehkraft die Verhältnisse bei eigenen Wurzelfüllmitteln geprüft und berichtet über sehr gute Ergebnisse wie folgt:

Es ist nicht ausgeschlossen, den Hauptwurzelkanal wasserdicht abzuschließen und zu verriegeln, es sind aber sehr wenige Mittel, die diese Forderung erfüllen können.

AH₂₆ ist z. B. in der Lage, einen vollkommen dichten Abschluß mit und auch ohne Hilfe von Fliehkraft zu erzielen, welches auf die außerordentliche Volumenkonstanz und Klebekraft dieses

Wurzelfüllmittels zurückzuführen ist. Da das dem Präparat AH₂₆ zu Grunde liegende Harz ziemlich dickflüssig ist, ist es nicht zu erwarten, daß es in so enge Röhrchen wie Dentintubuli eindringen kann.

Eine Nachprüfung zeigte folgendes:

Oberhalb der Zimmertemperatur nimmt die Viskosität des Harzes mehr und mehr ab.

Bei 80 - 100°C ist es so dünnflüssig wie Maschinenöl, aber auch schon bei Körpertemperatur vermag es kapillare Spalträume zu durchsetzen.

Im Zahn hat AH₂₆ die Fähigkeit, dort einzudringen, wo wirklich Hohlräume vorhanden sind. Um es allerdings im Dentin oder in den Seitenkanälchen nachweisen zu können, färbt man es mit Anilinrot und stellt von den wurzelgefüllten Zähnen histologische Schnitte her und untersucht sie unter dem Mikroskop, um eine deutlichere Dentinimprägnation nachzuweisen. Die Dentinimprägnation und zeitweiliges Vordringen in die Seitenkanäle sind von SCHRÖDER nach der Durchsichtigkeit der Zähne mit einem Polyesterharz erreicht.

ZAHRADKA (23) testete einige Wurzelfüllmaterialien über die Abschlußdichtigkeit mit Hilfe von P₃₂ und J₁₃₁. ZAHRADKA tauchte die wurzelbehandelten Zähne mit ihren Wurzelspitzen in eine radioaktive Lösung, P₃₂ (als KH₂PO₄). Dann wurden die Wurzeln eines teils der Länge nach, anderenteils in Scheiben von 2 mm geteilt. Das Durchdringen der radioaktiven Lösung wurde mittels Autoradiographie festgestellt. Auch bei diesen Versuchen nahm AH₂₆ eine sehr gute Stellung unter den anderen Wurzelfüllmaterialien ein.

III. Gewebsverträglichkeit

Man redet bei AH₂₆ von "Plantationsfähigkeit".

Was heißt nun Plantationsfähigkeit?

Ein Material ist plantationsfähig, wenn es keine Entzündung der umliegenden Gewebe verursacht und selbst nicht ausgestoßen wird.

Ganz allgemein kann man von einem alloplastischen Material nicht unbedingt eine ausgesprochene Gewebsfreundlichkeit erwarten, es ist immer nur ein Fremdkörper, der vom Organismus mehr oder minder vertragen wird.

Warum wird nun an ein gutes Wurzelfüllmittel die Forderung nach Gewebsverträglichkeit gestellt, und weshalb ist dieses so schwer zu erfüllen?

Es ist bekannt, daß das Kanalsystem der Wurzelkanalwand in der Regio ramificationis in die Wurzelhaut und dadurch in den apikalen Raum übergeht.

Nach einer Wurzelfüllung werden nun die Lumina von einer Weichteilwunde begrenzt. Wird nun ein Wurzelfüllmaterial in den Kanal gebracht, so wird diese Substanz mit der mesenchymalen Wunde des periapikalen Gewebes in Kontakt kommen.

Die Plantationsfähigkeit eines Wurzelfüllmittels stößt aber auf besondere Schwierigkeiten, da das Mittel nicht wie ein sozusagen schwer "reagierender Körper", z. B. wie Vitallium, im Gewebe implantiert werden kann, sondern in einem noch nicht festen Aggregatzustand.

Deshalb muß ein Wurzelfüllmaterial auch in noch nicht abgebundenem Zustand reizlos sein und keine Läsion des periapikalen Gewebes verursachen, welche das Gewebe auch nach der Erhärtung schädigen würde,

Es erhebt sich die Frage, was mit den Seitenkanälchen, deren Inhalt noch lebend, keimhaltig oder gar nekrotisch ist? Es ist unmöglich, diese winzigen Kanälchen von den organischen Massen zu befreien.

Man sollte versuchen, die Seitenkanäle durch Methoden wie Jono-phorese oder Chlorgasbehandlung zu desinfizieren oder aber durch gute mechanisch-chemische Aufbereitung den Hauptkanal möglichst keimarm zu machen.

Ist nun der Kanalinhalt vital oder nekrotisch, so ist es die Aufgabe des guten Wurzelfüllmittels, diesen schadlos abzuriegeln, so daß unter der Protektion des dichten Abschlusses die Heilung reibungslos erfolgen kann.

SCHRÖDER (17) hat das Wurzelfüllmittel AH_{26} subkutan oder intramuskulär bei den Albinoratten injiziert. Das Präparat blieb drei Monate implantiert. Erwartungsgemäß trat nach anfänglicher Demarkation eine bindegewebige Umkapselung der Kunstharzmassen ein. Es waren nach vierteljähriger Versuchsdauer keine Anzeichen der Entzündung oder pathologischer Veränderung feststellbar.

Die histologischen Ergebnisse ließen überblicken, daß dieselben den gewünschten Erwartungen entsprachen. Entweder wird ein Fremdkörper abgebaut oder von einem faserreichen Bindegewebe, das sich auch verknöchern kann, umgeben. Oft verlief die bindegewebige Umkapselung über ein entzündliches Granulationsgewebe. Sobald sich das Material erhärtet, war kein Dauerreiz, welcher eine chronische Entzündung des periapikalen Bindegewebes unterhalten hätte, zu beobachten.

Auch KNOLLE (7) bestätigt an seinen Tierversuchen an männlichen Ratten die gute Gewebsverträglichkeit von AH_{26} .

H. M. RAPPAPORT (8) berichtet in seinen Tierversuchen, daß AH_{26} eine Entzündung verbunden mit Nekrosen verursacht. Dieses Bild wechselt aber schnell in den Zustand der geringen Entzündung. AH_{26} wies nach 28 - 35 Tagen überhaupt keine Irritationstendenz mehr.

Nach H. M. RAPPAPORT besitzt AH_{26} den niedrigsten toxischen Wirkungsgrad unter den vielen Vergleichsmaterialien.

Teil II: Experimenteller Teil

A. PRÜFUNG DER WANDSTÄNDIGKEIT VON N_2 , AH_{26} UND DIAKET

Seit vielen Jahren werden Untersuchungen über die verschiedenen Wurzelfüllmaterialien experimentell und klinisch durchgeführt, mit dem Ziel, die Wandständigkeit, die bakterizide Wirkung und die Gewebsverträglichkeit zu prüfen.

Bei der Betrachtung der Wandständigkeit wissen wir, daß feste Wurzelfüllmaterialien (Zemente) anders beurteilt werden als die weichen (Pasten).

Wir werden bei Zementen durch Kontraktion und bei Pasten durch die Auslaufbarkeit mit einem kapillaren Spalt zu rechnen haben.

Die von KNA PPWOST angegebene und von der Tübinger Schule (1+14) öfters beschriebene Durchströmungsmethode ist ein objektiver Test für jenen kapillaren Spalt, durch den man leicht und einfach eine Kontraktion des betreffenden Materials nachweisen kann.

KNAPPWOST (5) nahm für seine "Blasendruckmethode" Glasröhrchen von 5 - 6 mm innerem Durchmesser. Mit den genau dosierten Wurzelfüllmaterialien wurden die Glasröhrchen an einem Ende verschlossen.

Die Füllungstiefe lag bei den Versuchen im allgemeinen bei 5 - 8 mm. Alle Proben wurden fünf Tage in Wasserdampf gesättigter Atmosphäre bei $37^{\circ}C$ im Brutschrank aufbewahrt.

Nach dieser Vorbehandlung wurden die Gläser an dem freien Ende an einer Luftpumpe angeschlossen und in einen Wasserbehälter getaucht. Nun wurde mit der Pumpe Luft reingeblasen. Das Austreten einer Luftblase aus einer in Wasser getauchten Kapillaren könnte zur Erläuterung der Grundlagen der "Blasendruckmethode" betrachtet werden.

ROTTKE und STROTHMANN (10) modifizierten nicht nur die Strömungsmethode von KNAPPWOST, in der die in einer Zeiteinheit durchströmte Methylblaumenge nicht kolorimetrisch festgestellt worden ist, sondern erfaßten die Zeit, die der erste Tropfen der Durchströmungsflüssigkeit bis zum Lösen von der Füllungsrohrenunterfläche gebrauchte.

KNAPPWOST (6) entwickelte die "Nadelmethode" zum Dimensionsverhalten der Wurzelfüllmaterialien. KNAPPWOST brachte zwei Meßmarken in das noch nicht angezogene Untersuchungsmaterial. Der horizontale Schenkel der Meßmarke war als Nadel ausgearbeitet. Zu Beginn der Untersuchung standen sich die Nadelspitzen in einem Abstand von 1 - 2 mm in gleicher Höhe gegenüber. In Abhängigkeit vom Dimensionsverhalten der Materialien werden sich die Nadelspitzen nähern und entfernen. Die Änderungen sind mit dem Okularmikrometer im Mikroskop beobachtet und gemessen worden.

ROTTKE und STROTHMANN (11) berichten in ihrer Arbeit, daß der kapillare Spalt nicht nur von dem reinen Dimensionsverhalten der Wurzelkanal-Füllungsmaterialien abhängig ist, sondern zusätzlich von der Adhäsionskraft der Materialien an der Kanalwand beeinflusst wird.

So konnte ihnen die Härchenmethode nur eine orientierte Aussage über das reine Dimensionsverhalten der Materialien geben. Es war deshalb notwendig, eine andere Methode anzuwenden, die neben dem Dimensionsverhalten der Materialien auch ihre Adhäsionskraft erfaßt.

ROTTKE und STROTHMANN glauben, mit dem von KNAPPWOST angegebenen "Durchströmungsverfahren" gerecht zu werden.

Wie wir sehen, gibt es sehr viele Methoden und wissenschaftliche Arbeiten über dieses Thema.

Ich will in meiner Arbeit nochmals die Wandständigkeit der Wurzelfüllmaterialien N_2 , AH_{26} und Diaket anhand von frisch extrahierten, kariesfreien, einwurzeligen Zähnen mit dem von mir als "Druckabfallmethode" bezeichneten Verfahren testen.

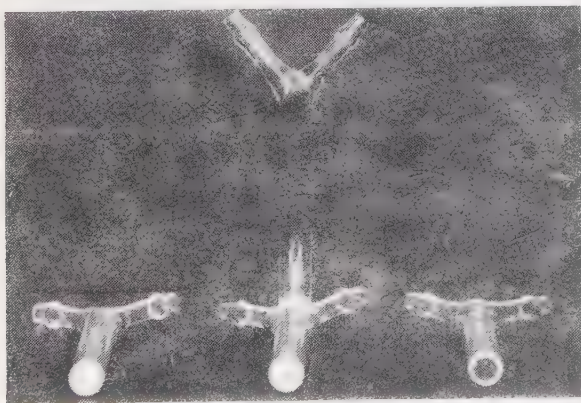
B. VERSUCHSANORDNUNG

Für meine Versuche habe ich frisch extrahierte, kariesfreie, einwurzelige Zähne gewählt. Die Pulpa wurde sofort exstirpiert und der Wurzelkanal mit Kerr-Handbohrer 1-6 mechanisch aufbereitet.

Das Wurzelfüllmaterial wurde genau auf der Waage dosiert und jeweils auf einer Glas-Thermoplatte von 18°C angerührt. Das so hergestellte Wurzelfüllmaterial wurde mit Hilfe eines Lentulo in den Wurzelkanal eingebracht. Für jedes Wurzelfüllmaterial habe ich drei verschiedene Mischungsverhältnisse gewählt und mit jedem Mischungsverhältnis 10 Zähne wurzelbehandelt, so daß insgesamt für die drei zu prüfenden Wurzelfüllmaterialien 90 Zähne wurzelbehandelt worden sind.

Nun wurden die wurzelbehandelten Zähne für fünf Tage in einen wasserdampfgesättigten Brutschrank von 37°C gebracht. Nach fünf Tagen habe ich die einzelnen Zähne mit Hilfe der Schnittmaschine in Scheiben von 5 mm Dicke geschnitten. Nun wurde der lange Schenkel der Y-förmigen Gläser (Abb. 1) mit einem inneren Durchmesser von 5 mm mit Hilfe eines Schleifsteines angeraut und entfettet. Mit müh-

Abb. 1:

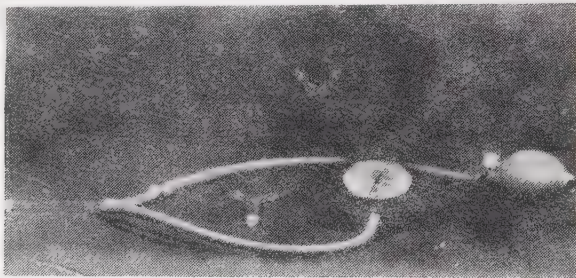


seliger Arbeit und Präzision wurden nun die wurzelbehandelten, in Scheiben geschnittenen Zähne mit Hilfe von UHU-Plus-Klebstoff an der Innenwand des langen Schenkels fixiert und 24 Stunden in Zimmertemperatur getrocknet.

Um den eventuellen Luftaustritt aus den Dentinkanälchen auszuschalten, wurde die Oberfläche der in Glas fixierten Zahnscheibe mit Hilfe eines sehr feinen Pinsels nochmals mit UHU-Plus imprägniert (der wurzelbehandelte Teil der Zahnscheibe wurde vorher abgedeckt).

An die beiden kürzeren Schenkel des Y-förmigen Glases wurde je ein Gummiball und Manometer aus dem Blutdruckmeßapparat nach Riva-Rocci angeschlossen. Die Anschlußstellen habe ich zur Sicherheit nochmals mit einer dünnen Drahtligatur fixiert. Nun wurde mit Hilfe des Gummiballes 300 mm Hg Luft reingeblasen und der Druckabfall nach fünf Minuten auf dem Manometer abgelesen.

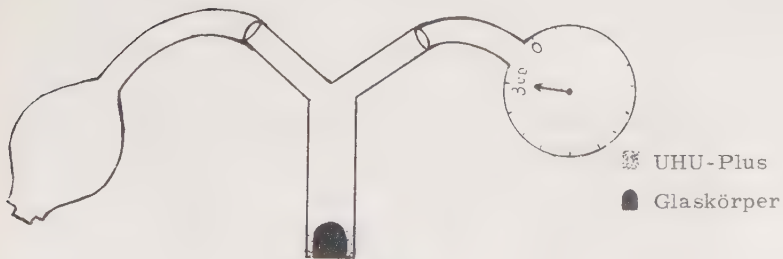
Abb. 2:



Die Genauigkeit des gesamten Apparates habe ich vor jedem Versuch noch einmal durch einen Standardversuch genauestens nachgeprüft. Vor Beginn der Versuchsserien habe ich mich von der absoluten Klebekraft und fehlender Porosität des UHU-Plus mehrmals durch Vorversuche überzeugt.

Bei diesen Vorversuchen habe ich statt einer Zahnscheibe einen Glaskörper in das Innere eines Y-förmigen Glasröhrchens mit Hilfe des UHU-Plus fixiert und für 24 Stunden bei der Zimmertemperatur trocken werden lassen. Jetzt wurde dieses Röhrchen an die oben angegebene Apparatur angeschlossen und - wie oben berichtet - 300 mm Hg Luft reingeblasen (Abb. 3). Der Druckabfall bei diesem Versuch war nach 24 Stunden gleich null.

Abb. 3:



Die folgende Tabelle gibt eine ausführliche Information über die drei zu prüfenden Wurzelfüllmaterialien.

Für jedes Material wurden drei verschiedene Mischverhältnisse gewählt, so daß ein Mischverhältnis über der Norm und eines unter der von der Hersteller-Firma angegebenen Norm liegt.

Material	Misch-Verhältn.	DRUCKABFALL									
	Flüssigk. Pulv.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Diaket	1 : 0,8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	1 : 1,2	9	9	9	9	8	9	9	8	9	9
	1 : 1,5	10	10	10	11	10	10	10	10	10	11
N ₂	1 : 1,2	15	15	15	15	15	15	14	14	15	15
	1 : 1,5	10	10	10	10	11	10	11	10	10	10
	1 : 2	9	9	9	9	9	8	9	9	8	9
AH ₂₆	1 : 1,2	13	13	13	14	13	13	13	14	13	13
	1 : 1,5	8	8	8	8	8	9	9	8	8	9
	1 : 2	6	6	6	6	7	6	7	6	7	6

Tab. 1.

Druckabfall in 5 Minuten bei 300 mm Hg für die drei Versuchsmaterialien bei unterschiedlichen Mischungsverhältnissen.

Die statistische Auswertung der Tabelle 1 ermittelt in der Tabelle 2 den Mittelwert innerhalb der Mischverhältnisse.

Material	MISCHUNGSVERHÄLTNIS			
	1	2	3	Σ
Diaket	(1 : 0, 8)	(1 : 1, 2)	(1 : 1, 5)	8, 666
	7	8, 8	10, 2	
N ₂	(1 : 1, 2)	(1 : 1, 5)	(1 : 2)	11, 266
	14, 8	10, 2	8, 8	
AH ₂₆	(1 : 1, 2)	(1 : 1, 5)	(1 : 2)	9, 266
	13, 2	8, 3	6, 3	

Tab. 2:

Mittlerer Druckabfall (mm Hg) für die Materialien Diaket, N₂ und AH₂₆ für je drei unterschiedliche Mischungsverhältnisse (in Klammern).

C. STATISTISCHE AUSWERTUNG

Durch die statistische Auswertung sollte geklärt werden, ob gesicherte Unterschiede zwischen den Wurzelfüllmaterialien sowie zwischen den Mischungsverhältnissen innerhalb der Materialien bestehen.

Diese Frage wurde mittels einer zweifachen hierarchischen Varianzanalyse untersucht, dabei ist der Faktor "Material" dem Faktor "Mischungsverhältnis" übergeordnet.

Bezüglich der Einzelheiten des benutzten statistischen Verfahrens sei auf die Fachliteratur verwiesen (22). Hier sollen nur einige Anmerkungen gemacht werden, die das Verständnis der Ergebnistabellen erleichtern.

Die Varianzanalyse eliminiert aus der Gesamtstreuung der Meßergebnisse die Streuungen einzelner Einflußgrößen (Faktoren) und beurteilt diese unabhängig von einander.

In der ersten Spalte in der Varianzanalysentabelle werden diese Faktoren aufgeführt. Die zweite Spalte (Summe der Abweichungsquadrate = SAQ) enthält die entsprechenden Anteile an der Gesamtstreuung.

Die Divisionen der SAQ durch die sogenannten Freiheitsgrade (FG, dritte Spalte) führt zu den mittleren Abweichungsquadraten (MAQ, vierte Spalte), die das eigentliche Streuungsmaß darstellen. Im F-Test (Spalte 5 und 6) wird geprüft, ob dieser Streuungsanteil wesentlich größer ist, als nach der Versuchsstreuung zu erwarten. Die Beurteilung der errechneten F-Werte erfolgt nach der Festsetzung einer geeigneten Irrtumswahrscheinlichkeit P- durch Vergleich mit den tabulierten Werten der F-Verteilung. Ist der berechnete Wert größer als der Tabellen-F-Wert für $p = 0,01$, so spricht man von einem signifikanten Ergebnis.

Die Annahme, daß zwischen den einzelnen Stufen eines Faktors keine wesentlichen Unterschiede bestehen (sog. Nullhypothese), kann dann nicht aufrecht erhalten werden. Wird jedoch nur der kleinere Tabellenwert für $p = 0,05$ überschritten, so spricht man von statistisch auffälligem Ergebnis.

Faktoren und Wechsel- wirkungen	S A Q	F G	M A Q	F- Wert	Beurteilung * = auffällig ($P=0,05$) ** = signifi- kant ($P=0,01$)
Material	111,2000	2	55,60000	326	* *
Mischung	500,6000	6	83,43000	487	* *
Rest	13,8001	81	0,17037		

Wie sich aus Tabelle 3 ergibt, bestehen signifikante Unterschiede zwischen den Materialien.

N₂ hat den größten, Diaket den geringsten Druckabfall zu verzeichnen. AH₂₆ liegt mit seinem Mittelwert zwischen N₂ und Diaket. Auch die verschiedenen Mischungsverhältnisse innerhalb der Materialien unterscheiden sich signifikant bezüglich der erzielten Druckabfallwerte. Tabelle 2 zeigt, daß die besten Ergebnisse erzielt werden, wenn für die einzelnen Materialien folgende Mischungsverhältnisse verwendet werden:

für Diaket 1 : 0,8

für N₂ und AH₂₆ 1 : 2

D. ZUSAMMENFASSUNG UND VERGLEICH

Nach der Durchführung des experimentellen Teils und später anhand der statistischen Auswertung meiner Arbeit habe ich Unterschiede zwischen den Versuchsmaterialien Diaket, AH₂₆ und N₂ bezüglich ihrer Wandständigkeit und kapillarer Spaltbildung zwischen der Glaswand und dem Füllungskörper festgestellt.

Wie aus meinen Versuchsergebnissen hervorgeht, weist Diaket den niedrigsten, N₂ den größten Druckabfall bei 300 mm Hg in 5 Minuten auf. AH₂₆ liegt mit seinem Mittelwert zwischen Diaket und N₂. Auch die drei verschiedenen Mischverhältnisse innerhalb desselben Materials unterscheiden sich in Bezug auf die erzielten Druckabfallwerte wesentlich von einander. Die Tabelle 4 gibt einen genauen Überblick über die erzielten Druckabfallwerte in Zusammenhang mit den verschiedenen Mischverhältnissen.

Um eine optimale Wandständigkeit bei einer Wurzelbehandlung zu erreichen, muß man das richtige Mischverhältnis zwischen Flüssigkeit und Pulver anwenden, da sonst die optimale Wandständigkeit

nicht gewährleistet ist.

Das richtig gewählte Mischverhältnis wird nun auf einer Thermo-Glasplatte von 18°C drei Minuten lang angerührt und appliziert.

Daher empfehle ich, um eine gute Wandständigkeit nach einer mit Erfolg durchgeführten Wurzelfüllung zu erreichen, die folgenden Mischverhältnisse bei Diaket, AH_{26} und N_2 anzuwenden:

	FLÜSSIGKEIT		PULVER
DIAKET	1	:	0,8
AH_{26}	1	:	2,0
N_2	1	:	2,0

Nach der vorliegenden Arbeit in Bezug auf Wandständigkeit und kapillarer Spaltbildung hat das Diaket am besten abgeschnitten.

AH_{26} und N_2 stehen jeweils an zweiter und dritter Stelle.

LITERATURVERZEICHNIS:

1. BOCKSTIEGEL, G. E. : Zur Kenntnis der Wandständigkeit von Kupferamalgam und einigen Cuprioxyd-Zementen
Dtsch. dent. Zschr. 5. (1951), 580-82
2. HERFERT, O. : Zur Chemie des Wurzelfüllmittels N_2
Dtsch. Stomatologie, 10. (1960), 501-2
3. HERTWIG, G. : Wandständigkeit und Durchlässigkeit von Wurzelfüllmitteln
Zahnärztl. Praxis, 10. (1958) 1-2
4. KLUCZKA, J. : Die Wurzelfüllung
Zahnärztl. Praxis 4./10 (1953), 1
5. KNAPPWOST, A. : Blasendruckmethode
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 6. (1951), 603-609
6. KNAPPWOST, A.
WALB : Zur Kenntnis der Abbindeexpansion des Gipses unter Zwangskräften
Inaug.-Diss., Tübingen 1950
7. KNOLLE, G. : Verwendung von Epoxydharzen in der Zahnheilkunde und die Gewebsverträglichkeit von AH_{26}
Med. Diss., Mainz 1959
8. RAPPAPORT, H. M. : Toxicity of endodontical filling materials
Oral Surg. 18. (1964), 785-802

9. ROTTKE, R.
STROTHMANN, W. : Untersuchungen über die Wandständigkeit von erhärtenden Wurzelkanal-Füllmaterialien nach der "Blasendruckmethode"
Das Dt. Zahnärztebl. 9. (1955),
881-84
10. ROTTKE, R.
STROTHMANN, W. : Untersuchungen über die Wandständigkeit von erhärtenden Wurzelkanal-Füllmaterialien mit einer modifizierten "Durchströmungsmethode"
Das Dt. Zahnärztebl. 9. (1955),
780-84
11. ROTTKE, R.
STROTHMANN, W. : Ein weiterer Beitrag über die Wandständigkeit von erhärtenden Wurzelkanal-Füllmaterialien
Das Dt. Zahnärztebl. 9. (1955),
692-96
12. ROTTKE, R.
STROTHMANN, W.
BÖCKMANN, G. : Untersuchungen über die Porosität von erhärtenden Wurzelkanal-Füllmaterialien
Das Dt. Zahnärztebl. 10. (1956),
527-29
13. SARGENTI, A. : N₂-Therapie
2. Auflage (1957)
First Italian Edition by R. Cortina
Ed. Pavia

14. SCHLEGEL, H.
V. HEYDEN, H. J. : Kapillarspaltmessungen an Kunst-
stoff-Füllungen und daraus abgelei-
tete Notwendigkeit einer Dentinkon-
servierung
Dtsch. dent. Zschr. 6. (1952), 245-50
15. SCHEUFELE, J. : Untersuchungen und Erfahrungen
mit Diaket
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 7. (1952),
913-19
16. SCHRÖDER, A. : Zum Problem der bakteriendichten
Wurzelkanalversorgung
Zahnärztl. Welt / Reform 58.
(1957) 531-37
17. SCHRÖDER, A. : Gewebsverträglichkeit des Wurzel-
füllmittels "AH₂₆"
Zahnärztl. Welt / Reform 58.
(1957) 563-67
18. SCHUBERT, L. : Über die Gewebsverträglichkeit
einiger Kunstharzmittel
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 9.
(1954), 267
19. SCHUG-KÖSTER, M. : Die Behandlung der Pulpa und des
apikalen Parodontium
Bd. III, 2. Aufl., (1966) 121-23
Berlinische Verlagsanstalt (Berlin)
20. WAECHTER, R.
OBWEGESER, H. : Über die ersten klinischen Erfah-
rungen mit dem Wurzelfüllungsmit-
tel "Diaket"
Zahnärztl. Welt 8. (1953), 442-45

21. WAECHTER, R. : Untersuchungen über das Wurzel-
füllmittel "Diaket"
Zahnärztl. Welt 8. (1953), 281-84
22. WEBER, E. : Grundriß der biologischen Statistik
6. Auflage (1967), 229
G. Fischer Verlag, Stuttgart
23. ZAHRADKA, J. : Experimentelle Untersuchungen
über die Abschlußdichtigkeit eini-
ger erhärtender Wurzelfüllmateri-
alien mit P₃₂ und J₁₃₁.
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 15.
(1960) 946-52

LEBENS LAUF:

Ich, Freidun B r u m a n d, wurde am 2. 7. 1936 als Sohn des Nossratollah Brumand und seiner Ehefrau Fatemeh, geb. Alapur, in Teheran / Iran geboren.

Die Volksschule und das Gymnasium habe ich in Teheran besucht und 1958 auf der Realschule "HADAF" die Reifeprüfung abgelegt.

Ab Wintersemester 1962 fing ich mit dem Studium der Zahnheilkunde an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz an. Mein Staatsexamen als Zahnarzt bestand ich im März 1969.

Vom 1. 4. 1969 bis 31. 3. 1971 war ich als Verwalter einer wissenschaftlichen Assistentenstelle in der Zahnärztlich-Chirurgischen Poliklinik der Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten in Mainz tätig.

Seit dem 1. 4. 1971 war ich ununterbrochen als Assistent in einer freien Praxis tätig.

Am 1. 7. 1972 habe ich mich als selbständiger Zahnarzt in Herborn/Dillkreis niedergelassen.

An dieser Stelle möchte ich
Herrn Professor Dr. Dr. W. Ketterl
für die Überlassung des Themas,
für seine wertvollen Ratschläge
und seine freundliche Unterstützung
bei der Fertigstellung der Arbeit
sehr herzlich danken.

